

# 폐쇄성 수면 무호흡증의 외과적 접근

중앙대학교병원 구강악안면외과

이의룡

## ABSTRACT

### Surgical approach for Obstructive Sleep apnea patients

Department of oral and Maxillofacial Surgery Chung-Ang University Hospital

Ui-Lyong Lee

Obstructive sleep apnea (OSA) is a chronic disease that requires long-term, continuous treatment. Considering the prevalence of sleep apnea and serious health-related sequelae, various medical and surgical treatments have been developed to achieve various therapeutic goals according to individual anatomy and patient compliance. Although CPAP treatment should be the preferred treatment, many patients cannot continue this treatment and alternative treatment is needed. Surgical treatment should be aimed at resolving the obstruction of the nose, palatal, retrolingual, and hypopharynx, or should be performed in the direction of increasing adherence to positive pressure therapy. In this review, the author will introduce various surgical approaches currently used when non-surgical treatment for sleep apnea did not yield positive results, and present research on the treatment results.

Key words : Sleep disordered breathing, Obstructive sleep apnea, Sleep surgery, Rhinoplasty, Tonsillectomy, UPPP, MMA

#### Corresponding Author

Ui-Lyong Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-0080-0169>

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Dental Center, Chung-Ang University Hospital.

224-1 Heukseok-dong, Dongjak-gu, Seoul, Korea

Tel : 82 2 6299 2875 / Fax : 82 2 6299 2880 / E-mail : davidjoy76@gmail.com

## 서론

폐쇄성 수면 무호흡증 (Obstructive Sleep Apnea Syndrome, OSA)은 흔한 수면 관련 호흡 이상 (Sleep-disordered breathing, SDB) 중 하나로써 수면 중 특징적으로 반복적인 상기도 협착과 코골이 증상으로 특징지어지며, 종종 동맥성 고혈압, 관상 동맥성 심장 질환, 뇌졸중 등 높은 사망률과 치사율과 관련된 혈관 질환과 관련되어 있다. 수면 장애 지표로서 수면 무호흡 (Apnea: 10초 이상 입과 코에서 공기의 흐름이 멈춘 경우)와 저호흡 (Hypopnea: 기류가 50%이상 감소하지만 기도 내 공기의 흐름은 멈추지 않고 산소 포화도의 감소가 있을 때)을 합쳐서 호흡 장애 지수 (RDI, Respiratory Disturbance Index)라 지칭하며, RDI가 수면 시간당 5회 이상 일 때 수면 무호흡증으로 진단할 수 있다. RDI에 따라 OSA는 경도 (RDI 5-15), 중증도 (RDI 15-30), 중증 (RDI>30)으로 구분된다. RERAs (Respiratory Effort Related Arousals)도 RDI에 포함될 수 있기 때문에 상기도 저항 증후군 (Upper Airway Resistance Syndrome) 또한 OSA에의 범주에 포함되나, RERAs의 측정에는 민감도가 좋은 부가적 진단 기술이 필요하므로, 호흡에 대한 이벤트는 대개 AHI (Apnea-Hypopnea Index)로 계산된다.

한국인을 대상으로 한 2004년 연구에 의하면 40세 이상 남자의 10.1%, 40세 이상 여성의 4.7%에서 AHI 15 이상의 중등도 수면무호흡증(OSA)이 관찰되었다<sup>1)</sup>. 많은 연구에서 OSA를 치료하지 않으면 심각하고 때로는 심각한 의학적 결과를 초래할 수 있음을 보여준다. 이는 고혈압, 심근경색증 및 뇌졸중의 발병률 증가와 제2형 당뇨병 발병, 신경인지 결핍 및 사망률 증가와 관련이 있다<sup>2~4)</sup>.

양압기(CPAP)는 오랫동안 OSA의 1차 치료 방식이었고, 많은 연구에서 양압기를 효과적으로 사용하면 치료되지 않은 질병의 부정적인 심장 및 신경인지 결과를 역

전시킬 수 있음이 확인되었다<sup>5~7)</sup>. 양압기 치료에 실패한 환자는 구강 장치, 체중 감소와 같은 생활 방식 변화 및 다양한 외과적 접근으로 치료효과를 얻을 수 있다. 하비갑개 절제술과 편도 절제술은 양압기의 활용도를 향상시키기 위해 단독으로 또는 조합하여 자주 사용되며 둘 다 양압기의 압력을 줄이는 것으로 나타났다<sup>8)</sup>. 비대한 구개 또는 설편도와 같은 명백한 해부학적 폐쇄가 있는 환자의 치료 목적으로 수술이 권장될 수도 있다<sup>1)</sup>. 그리고 수술은 양압기 또는 기타 치료에 실패한 환자의 수면 무호흡증을 개선하기 위해 적용될 수 있다.

외과적 수술의 목적은 비강, 구개후, 설후, 인두하 부위의 폐쇄를 해결하는 것이며 많은 환자에서 여러 수준의 폐쇄가 확인된다<sup>9)</sup>. 그러나 수면 수술의 분야는 비교적 역사가 짧기 때문에 이 접근법의 효능을 뒷받침하는 증거 기반 문헌이 부족한 상황이다. 대부분의 외과 전문 분야의 경우와 마찬가지로 윤리적이고 실용적인 문제로 인해 무작위 대조 시험(RCT)이 어렵다. 따라서 수면 수술과 관련하여 발표된 많은 보고서는 사례 시리즈 및 사례 대조 연구이다. 또한 다단계 수술 절차는 이상적으로 개별 해부학적 소견을 기반으로 하기 때문에 데이터를 통합하기가 어렵다. 이러한 문제에도 불구하고 증거에 따르면 양압기 요법으로 최적의 결과를 얻지 못한 환자 또는 이 접근법에 실패한 환자의 경우 외과적 접근이 필요하고 유용하다. 본 연구는 OSA가 있는 환자에서 적용할 수 있는 일반적으로 사용되는 외과적 절차에 대해 요약해서 제시하고자 한다.

## Surgical Management of OSA

OSA 치료에 사용되는 일반적인 수면 수술 절차의 목록은 Table 1에 나와 있다. 수술 전에 미국수면의학회 (American Academy of Sleep Medicine)에서는 수술 후보자로 간주되는 환자에게 적절한 수술 기법의 합병

증 및 성공률에 대해 상담해야 한다고 권장한다<sup>10</sup>. 수술 성공의 측정은 무호흡-저호흡 지수(AHI)를 일차 결과 척도로 사용하여 보고된다. 그러나 졸음, 삶의 질(QOL) 및 동반 질환의 개선과 같은 환자 중심 결과도 점점 더 많이 사용되고 있다<sup>11,12</sup>.

### 1. Nasal Surgery

OSA의 발생에 대한 비폐색의 기여는 논란의 여지가 있다. 여러 연구에서 치료 목적으로 코 수술의 역할을 조사했다. 이러한 연구는 수면 중 비폐색으로 인한 상기도 저항 증가가 인두 폐쇄를 촉진할 수 있다는 연구와<sup>13</sup> 코 골이와 OSA를 악화시킬 수 있다는 임상 보고서를 기반으로 한다<sup>4,15</sup>. 비강 저항이 OSA의 증상을 악화시키는 것으로 보고되지만, 코 수술만으로도 OSA의 개선 또는 해소를 가져올 수 있다는 데이터는 드물다<sup>16</sup>. 코 수술 후

결과에 대한 2013년 검토에서는 AHI의 개선이 없었지만 졸음 및 전반적인 QOL과 같은 OSA의 주관적 증상의 일관된 개선을 보고했다<sup>17,18</sup>. 비중격 성형술 (비갑개 축소 유무에 관계없이)과 가짜 수술 (sham surgery)을 비교한 단일 RCT에서는 두 그룹 모두에서 AHI의 유의미한 감소가 발견되지 않았다. 그러나 가짜 수술을 받은 환자와 달리 중격 성형술을 받은 환자는 졸음이 개선되었다<sup>9</sup>. 이들 환자의 15%가 수술 성공으로 간주되었으며 AHI, 15건/h 및 기준선에서 AHI가 최소 50% 감소했다<sup>9</sup>. 앞서 언급한 결과에도 불구하고, 비폐색은 OSA 치료의 중요한 목표로, 특히 CPAP 사용을 개선하고 CPAP 압력 요구 사항을 줄이기 위한 수단으로 확인되었다. 비폐색의 주관적 감각, 비강 건조, 콧물 또는 CPAP 마스크를 견딜 수 없는 것과 같은 증상은 내성을 개선하기 위해 비강 수술이 권장될 수 있음을 시사할 수 있다. 감소된 CPAP 순응도는 하비갑개 수준에서 증가된 비폐색과

Table 1. Surgical Procedures Commonly Used for the Treatment of OSA

수술부위	이용 가능한 수술의 예	장점	잠재적 단점
코	비중격 성형술 비중격 비성형술 비갑개 축소술 내시경 부비동 수술	CPAP순응도개선 양압 저하 비강내 기류개선	비중격청공이 CPAP이용에 불리하게 작용가능 코 증상의 전문적 평가/ 병적 상태 검사 필요
구인두부	편도절제술 목젖구개인두성형술 레이저인두성형술 고주파 온열삭마술(연구개)	후구개 축소 방지 다중레벨접근으로 타수술과 조합가능	통증 CPAP순응도에 영향성 장기연구결과 미비
하인두부	고주파삭마술 (혀 기저부) 설골 퍼기 정중선 혀절제술 후두개 뼈기양 절제술	다중레벨접근으로 타수술과 조합가능 비정상 해부학적 구조물의 직접처리	장기연구결과 미비 합병증: 연하곤란, 연하통, 발성장애, 기도흡인 하인두 술부 보호를 위한 'covering'격 기관절개술이 필요할 수 있음
악안면부	상악 전진술	높은 효과	매우 침습적인 수술 구개범인두장애
기도	기관절개술	폐쇄부의 효과적우회 높은 효율성	침습적 비만인에게 어려운술식
비만학적 수술	Roux-en-Y 위 우회술 수직밴드 위절제술	CPAP필요성 감소 부가적인 건강유익	장기간 체중감소 유지시에만 수술효과있음 근치적이지 못함

관련이 있으며<sup>20)</sup>, 고주파 절제 및 비갑개 성형술을 포함한 비중격 성형술 및 하비갑개 축소술이 CPAP 순응도를 개선한 것으로 보고되었다<sup>21)</sup>. 수술 후 출혈은 중격 성형술 후 가장 흔한 합병이다. 이 수술과 관련된 다른 위험에는 혈종, 농양, 중격 천공, 냄새감각 변화 및 뇌척수액 누출이 있다<sup>22)</sup>.

## 2. Tonsillectomy

비강 수술과 마찬가지로 편도선 절제술만으로도 편도선 비대가 있는 성인의 CPAP 순응도를 개선하고 CPAP 압력 수준을 감소시키는 것으로 보고되었다<sup>23,24)</sup>. 그러나 편도 비대가 성인의 OSA에 기여하는 정도는 확실치 않다. 치료 절차로서 편도선 절제술에 초점을 맞춘 연구는 AHI에서 거의 보편적인 개선을 보여주었지만 많은 환자가 수술 후 OSA가 사라지지 않는다<sup>9)</sup>. 1980년대에 발표된 후향적 연구에서는 성인의 편도선 절제술 후 무호흡 지수의 매우 다양한 개선 범위(20%-100%)를 보여주었다<sup>25~28)</sup>. 심한 OSA와 편도 비대가 있는 성인의 두 가지 소규모 케이스 시리즈 (n= 518)는 환자의 86%에서 100%에서 수술 반응률(AHI, 20 및 50% 감소)을 보고했다<sup>29,30)</sup>. 편도선 비대가 심한 환자(3등급 또는 4등급)를 대상으로 한 편도절제술 단독 연구에서는 수술 반응률이 74% (AHI, 20, 50% 감소)인 것으로 나타났다<sup>31)</sup>. 학제간 유럽 호흡기 학회(ERS) 태스크 포스가 작성한 문헌에 대한 2011년 종설에서는 편도 비대에 대해 신중하게 선택된 환자에서 편도 절제술만 1차 외과적 치료로 권장해야 한다고 결론지었다<sup>9)</sup>. 가장 흔한 합병증은 수술 후 출혈 (6%)이지만 이 수술의 다른 위험으로는 탈수, 통증, 저산소증, 발열 및 감염이 있다.

## 3. Palatal Procedures

목젖 구개인두 성형술(Uvulopalatopharyngoplasty,

UPPP)은 OSA의 치료 수술로 도입되었으며 성인에서 OSA의 가장 일반적인 외과적 치료가 되었다<sup>32)</sup>. UPPP는 전통적으로 목젖, 연구개 및 편도선의 일부를 제거하고 편도 기등을 봉합하는 절차다. 그러나 시간이 지남에 따라 구개후 영역의 협착 또는 붓기를 해결하기 위해 다양한 접근 방식이 도입되었다. 이러한 접근법에는 재배치 인두 성형술<sup>33)</sup>, 외측 인두 성형술 또는 확장 팔약근 인두 성형술<sup>34)</sup>, Z-구개 성형술<sup>35)</sup>, 구개 전진이 포함된다<sup>36)</sup>. 이러한 접근 방식은 정확한 수술 기술이 다르지만 이러한 모든 구개 수술은 기도폐쇄를 줄이기 위해 인두 기도의 크기를 증가시키기 위해 구개 조직과 인두 벽의 절제 또는 재배치를 포함한다. OSA에 대한 UPPP의 보고된 성공률은 16%에서 83%까지 매우 다양하다<sup>37)</sup>. 대부분의 경우 이 변동성은 다양한 UPPP 기술과 함께 환자 선택의 불일치를 반영하는 것으로 보인다<sup>38,39)</sup>. 2건의 RCT에서 UPPP를 구강 장치 요법 및 측면 인두 성형술과 각각 비교했다<sup>40,41)</sup>. 처음 보고에서는 기준선과 치료 1년 후의 QOL을 보고했으며 UPPP와 구강 장치 그룹 모두 1년에 QOL이 개선되었음을 발견했다. 그럼에도 불구하고, UPPP 그룹은 구강 장치 그룹보다 더 많은 개선을 보였다<sup>40)</sup>. 이는 구강 장치 환자의 78%와 UPPP 코호트의 51%에서 OSA가 정상화되는 것으로 나타났음에도 불구하고 사실이였다(AHI, 10 또는 무호흡 지수, 5/h)<sup>42)</sup>. 이전에 언급한 연구의 표본 크기는 작았지만 (n = 27), 평균 AHI가 비강 수술을 동반하거나 동반하지 않은 UPPP를 받은 사람들에서 개선되지 않았지만 측면 인두 성형술을 받은 사람들에서 유의하게 개선되었음이 관찰되었다<sup>41)</sup>. 그러나 이러한 결과는 UPPP군과 달리 외측인두성형술군에서 수술 후 체질량지수(BMI)가 유의하게 감소했다는 점에서 혼동을 줄 수 있다<sup>41)</sup>. 상기도 폐쇄의 추가 영역이 있는 성인은 UPPP를 포함하거나 포함하지 않을 수 있는 다단계 수술과 함께 부위별 수술로 가장 잘 치료될 수 있다. UPPP 후 OSA의 성공적인 해결 가능성을 결정하기 위해 편도선 크기, 혀-구개 위치 및 BMI를 기반으

로 한 병기 시스템이 개발되었다<sup>43</sup>). 이 저자들은 UPPP 후 OSA 개선율이 I기로 분류된 환자에서 80%, II기로 분류된 환자에서 40%, III기로 분류된 환자에서 8%라는 것을 발견했다<sup>43</sup>). 후속 연구에서는 폐쇄 부위를 평가하기 위해 DISE와 결합된 이 병기 결정 시스템을 사용했으며 다른 수준이 없을 때 I 및 II기로 분류된 환자의 UPPP에 대해 95%의 성공률(AHI, 50% 감소와 함께 시간당 20건)을 보고했다<sup>37</sup>). 편도 절제술 및 비강 수술과 달리 UPPP는 CPAP 순응도를 개선하기 위한 절차로 권장되지 않는다. 이전에 UPPP를 받은 OSA로 진단받은 환자는 UPPP를 받지 않은 환자보다 낮은 압력에서 CPAP 순응도가 감소하고 구강 누출이 더 많이 발생했다<sup>44</sup>).

이러한 이유로 많은 수면 외과 의사는 UPPP 후 CPAP 요법이 필요할 수 있는 환자의 구개 절제술을 권유하지 않는다. UPPP의 일반적인 단기 부작용에는 연하 곤란, 인두 부전, 코 역류, 미각 장애 등이 있다<sup>45</sup>). UPPP의 실패는 상기도의 이차 폐쇄 부위 또는 이 절차 후 연구개의 이완도 변화와 관련이 있을 수 있다<sup>38</sup>). 장기 부작용에는 치료 실패<sup>38</sup>), 시간 경과에 따른 효능 감소<sup>46</sup>), 및 CPAP 사용에 대한 순응도 감소가 포함된다<sup>9</sup>). 0.2%의 30일 후 사망률이 보고되었다<sup>47</sup>). UPPP와 관련된 부작용을 줄이기 위해 레이저 보조 목젖 성형술(LAUP), 구개 고주파, 구개 임플란트를 포함하여 몇 가지 최소 침습 시술이 개발되었다. LAUP은 목젖을 줄이고 연구개를 조이도록 설계된다. 2건의 RCT에서 각각 LAUP 대 가짜 수술 및 비수술적 치료를 비교하였다<sup>48,49</sup>). 평균 AHI(19~15 이벤트/h)에서 상당한 감소를 보고했지만 주간 졸음이나 QOL에는 변화가 없었다<sup>48</sup>). 졸음, QOL 또는 호흡 사건의 유의미한 변화가 보고되지 않았다<sup>49</sup>). 연구개의 고주파는 흉터 형성을 통해 연구개 조직을 경직시켜 궁극적으로 붕괴를 최소화하기 위한 간질 전기 외과적 치료를 수반한다. 3건의 RCT에서 여러 치료 후 경도에서 중등도의 OSA 환자에서 AHI가 상당히 감소했다고 보고했지만 대부분의 환자는 치료 후에도 계속해서 경도 OSA

를 보였다<sup>9</sup>). 위약 대조군을 사용한 유일한 무작위 시험은 AHI에서 유의한 감소를 나타내지 않는다<sup>50</sup>). 이러한 증거에 비추어 ERS 태스크포스는 LAUP를 권장해서는 안 되며 신중하게 선택된 환자에게만 무선 주파수를 권장해야 한다고 결론지었다<sup>9</sup>). 연구개의 무선 주파수로 인한 보고된 위험은 심각한 부작용을 나타내지 않았으며 가장 흔한 것은 점막 궤양, 미란, 누공 및 조직 박리를 포함한다<sup>51</sup>). 구개 임플란트 식립은 비흡수성 직조 폴리에틸렌 테레프탈레이트 임플란트를 연구개에 삽입하여 주변 조직에 염증 반응을 유도한다<sup>9</sup>). 임플란트 주위에 섬유질 캡슐의 형성은 구개를 경직시키고 구개 운동을 감소시키는 역할을 한다<sup>52</sup>). 2건의 RCT에서 구개 임플란트를 위약과 비교했다. 둘 다 수면 관련 QOL의 상당한 개선을 보고했으며 구개 임플란트가 위약보다 우수하다는 것을 발견했다<sup>53,54</sup>). 그러나 다기관 연구에서는 구개 임플란트 식립 후 AHI에 유의미한 변화가 없음을 관찰한 반면<sup>53</sup>), 단일 기관 연구에서는<sup>54</sup>) 임플란트를 받은 환자의 AHI(24~16회/h)가 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이 시술의 합병증에는 임플란트 돌출 및 부적절한 배치<sup>55</sup>), 뿐만 아니라 자극, 점막 궤양 및 감염을 포함한 기타 경미한 합병증이 포함된다. 구개 임플란트는 일반적으로 경증에서 중등도의 OSA와 구개 영역에 국한된 기도 폐쇄를 가진 비비만 환자에게만 권장된다<sup>9</sup>). 적절한 환자 구개수술의 결정은 환자의 의견에 따라 이루어져야 하며 비용(일반적으로 기동 임플란트의 경우 더 높음), 통증(일반적으로 기동 임플란트의 경우 낮음) 및 편의성과 같은 요인을 고려해야 한다.

#### 4, Tongue-Base Reduction Procedures

UPPP 도입 후 60%의 환자에서 혀 기저부 폐쇄에 의하여 구개개 수술 후 OSA가 지속되는 것으로 인식되었다. 후설 폐쇄를 해결하기 위해 혀 기저부의 조직을 감소시키거나 혀 기저부 붕괴를 최소화하기 위해 여러 절차

가 개발되었다.

혀 기저부 감소 절차에는 고주파 절제술, 부분 정중선 설절제술, 설측 성형술 및 설측 편도선 절제술이 있다. 이 모든 시술은 혀의 크기를 줄여서 후인두벽과 혀 기저부 사이의 공간을 늘리기 위한 것이다. 그들은 일반적으로 다단계 수술의 구성 요소로 수행되며 단독으로 수행할 때 거의 치유되지 않기 때문에 단독 절차로 임상적으로 권장되지 않는다. 고주파 조직 절제에는 혀 기저부의 여러 위치에 온도 제어 고주파 프로브를 적용해야 한다. 이 중재적 시술은 흉터 조직 생성을 통해 혀의 양을 줄이기 위한 것이다. 파일럿 연구에서는 UPPP에 실패한 18명의 환자에서 평균 5.5회의 치료로 연조직 부피가 17% 감소한 것으로 나타났다<sup>56</sup>. 고주파 절제술과 CPAP를 비교한 다기관, 전향적, 비무작위 연구에서 환자들은 치료 후 Epworth 졸음 척도, SF-36 QOL 설문조사 및 수면 설문지의 기능적 결과에서 유사한 점수를 받았다. 무선 주파수 그룹은 AHI가 평균 40.5회에서 32.8회/시간으로 감소했으며 평균 5.4회 1.8회 치료를 받았다<sup>57</sup>. 다중 부위 위약 대조 RCT는 혀 기저부와 구개 모두의 다중 수준 고주파 절제를 평가하고 QOL의 개선을 보고했지만 치료 그룹 간의 AHI에서 유의미한 차이는 없었다<sup>58</sup>. 고주파 절제술의 11개 사례 시리즈에 대한 검토는 혀 기저부에 고립된 고주파가 여러 세션에 걸쳐 수행되었을 때 20%에서 83% 범위의 성공률을 보고되었다<sup>59</sup>. 전반적으로, 대부분의 연구는 치료 후 QOL의 개선과 함께 AHI 및 졸음의 제한적이지만 통계적으로 유의한 감소를 보여준다.

ERS 태스크 포스는 보존적 치료에 순응도를 보이지 않는 비비만 또는 중등도 비만인 설후 폐쇄 환자에게만 혀 기저부의 고주파 절제를 고려할 것을 권장했다<sup>9</sup>. 이 절차의 위험에는 수술 후 통증, 혀 감염, 수술 전후 및 수술 후 출혈, 입바닥의 부종, 맛 변화, 혀 마비 및 연하곤란이 있다<sup>60</sup>. 후방 정중선 설절제술(PMG)은 혀 근육 조직을 포함한 정중선 혀 기저 조직을 절제하는 수술이다.

이 절차는 CO<sub>2</sub> 레이저, 무선 주파수 절제 및 로봇 보조 전기 소작과 같은 여러 기술을 사용하여 수행될 수 있다. PMG를 단일 치료 방식으로 사용한 5가지 사례 시리즈를 보면 25%에서 77% 범위의 성공률을 확인할 수 있으며 AHI는 17에서 43건/시간 범위로 감소했다<sup>59</sup>. 그러나 이러한 시리즈는 이전에 UPPP에 실패한 환자를 포함하므로 일반적으로 단계적 다단계 수술 후에 나타날 수 있는 결과를 반영한다. UPPP 후에 PMG를 받은 11명의 환자에 대한 분석에 따르면 PMG 후에 개선된 환자는 무반응자에 비해 무턱이거나 마른 체형인 경우가 더 많았다<sup>61</sup>. UPPP와 결합된 PMG에 대한 또 다른 연구에서는 수술 후 12개월에 59%의 환자에서 50%의 반응률(AHI의 50% 감소)을 보고했다<sup>62</sup>. 이 절차의 수술 후 합병증에는 출혈, 통증 및 혀의 불편함, 혀 기저부의 분비물 증가, 미각 변화 등이 있다<sup>62</sup>. 설측 편도 비대는 하인두 폐쇄의 추가 요인으로 인식되어 왔으며 설측 편도 절제술은 2001년부터 2010년까지 미국에서 수행된 모든 수면 수술의 0.4%에 불과하다<sup>63</sup>. 편도선 절제술 후 OSA가 있는 소아 환자에서 설 편도선 절제술에 대한 연구는 수술 후 AHI에서 상당한 개선을 보여주었다<sup>64</sup>. 설측 편도 절제술과 함께 목젓 구개 피판술을 받은 중증 OSA 성인 6명을 대상으로 한 단일 시험에서는 호흡 장애 지수가 유의하게 개선되지 않은 것으로 나타났다<sup>65</sup>. 설측 편도선 절제술과 관련된 합병증은 부분 정중선 설절제술의 합병증과 유사하며 주로 수술 후 출혈 및 통증을 수반한다.

### 5. Maxillomandibular Advancement (MMA)

상악하악 전진(MMA)은 설후 및 구개후 기도를 넓히기 위한 것으로 CPAP만큼 효과적인 것으로 밝혀졌다<sup>66</sup>. 이 절차는 상악과 하악을 모두 전진시키기 위해 양측 하악지 시상 분절골술과 LeFort I 절골술을 포함한다. MMA는 후기도 크기를 확대하는 것으로 나타났다<sup>67,68</sup>. 전통적으로 연조직 수술, 이설근 전진술 또는 HMS 후 2

단계 절차로 간주되어 왔지만, MMA는 명백한 두개안면 문제가 있고 여러 부위에서 상부기도 폐쇄가 관찰되는 환자에게 때때로 일차 절차로 권장된다. 이 환자들은 또한 두부 측정을 기반으로 한 임상 방사선학적 기준을 충족해야 한다. 12개의 사례 시리즈 (n = 298)를 요약하면 67%에서 100%의 성공률을 보고했으며 성공의 정의에 약간의 차이가 있다 (AHI, 10개/시간 대 AHI, 20개/시간)<sup>69</sup>. MMA의 위험에는 부정교합, 안면 마비, 미용적 변화, 연하장애 및 장기간의 회복이 불가피함 등이 포함된다.

## 6. hypoglossal nerve stimulator (HNS)

HNS(hypoglossal nerve stimulator)는 2014년 미국 식품의약국(FDA)의 승인을 받았다. 흡입 시 설하 신경을 혀로 자극하여 수면 중 설하 기도를 열어주는 이식형 자극기이다<sup>69</sup>. HNS는 DISE 평가에서 중심성 폐쇄가 없는 중등도에서 중증 수면 무호흡증 (AHI, 20 - 65회/h)이 있는 성인에게 권장된다. CPAP를 견딜 수 없는 OSA 환자 19명을 대상으로 한 연구에서 HNS는 평균 AHI (43~20회/h), 졸음 및 QOL 측정에서 상당한 개선을 가

져왔다<sup>70</sup>. 한 전향적 연구 (n= 531)에서 AHI의 개선과 수면 설문지 점수의 기능적 결과가 12개월 동안 지속되는 것으로 나타났다<sup>71</sup>. 별도의 다기관, 전향적, 단일 그룹 코호트 연구에서 HNS는 OSA 환자의 QOL 측정과 AHI 모두에서 상당한 개선을 주는 것으로 나타났다<sup>72</sup>. 이 시술과 관련된 위험에는 설하 신경 손상, 감염, 장치 고장 또는 기구의 이동이 포함된다.

## 결론

OSA의 유병률과 CPAP의 순응도가 낮다는 것을 감안할 때 CPAP 또는 대체 요법에 실패한 환자들을 위하여 외과적 접근이 필요하다. 하비갑개 절제술과 편도 절제술은 CPAP 순응도를 향상시키는 것으로 나타났다. 큰 구개편도나 설편도와 같은 해부학적 폐쇄가 있는 환자의 경우 실제로 수술이 치료 역할을 할 수 있으며 현재 폐쇄 수준을 결정하는 데 DISE가 가장 널리 사용되는 방법이다. 수술은 환자 중심적이어야 하며 특정 붕괴 부위를 다루어야 한다는 점에 유의하는 것이 특히 중요하다.

## 참 고 문 헌

1. Epstein LJ, Adult Obstructive Sleep Apnea Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med*. 2009; 5(3): 263 - 276.
2. Aurora RN, Punjabi NM. Obstructive sleep apnoea and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional association. *Lancet Respir Med*. 2013; 1 (4): 329 - 338.
3. Redline S, Yenokyan G, Gottlieb DJ, et al. Obstructive sleep apnea -hypopnea and incident stroke: the Sleep Heart Health Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010; 182 (2): 269 - 277.
4. Nieto FJ, Young TB, Lind BK, et al. Association of sleep-disordered breathing, sleep apnea, and hypertension in a large community-based study. *Sleep Heart Health Study* [published correction appears in *JAMA*. 2002;288(16):1985]. *JAMA*. 2000; 283 (14): 1829 - 1836.
5. Marin JM, Carrizo SJ, Vicente E, Agusti AG. Long-term cardiovascular outcomes in men with obstructive sleep apnoea-hypopnoea with or without treatment with continuous positive airway pressure: an observational study. *Lancet*. 2005; 365 (9464): 1046 - 1053.
6. Haentjens P, Van Meerhaeghe A, Moscarriello A, et al. The impact of continuous positive airway pressure on blood pressure in patients with obstructive sleep apnea syndrome: evidence from a meta-analysis of placebo-controlled randomized trials. *Arch Intern Med*. 2007; 167 (8): 757 - 764.
7. Kushida CA, Nichols DA, Holmes TH, et al. Effects of continuous

## 참고 문헌

- positive airway pressure on neurocognitive function in obstructive sleep apnea patients: the Apnea Positive Pressure Long-term Efficacy Study (APPLES). *Sleep*. 2012; 35 (12): 1593 – 1602.
8. Zonato AI, Bittencourt LR, Martinho FL, Gregório LC, Tufi k S. Upper airway surgery: the effect on nasal continuous positive airway pressure titration on obstructive sleep apnea patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2006; 263 (5): 481 – 486.
  9. Randerath WJ, Verbraecken J, Andreas S, et al; European Respiratory Society Task Force on Non-CPAP Therapies in Sleep Apnoea. Non-CPAP therapies in obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J*. 2011; 37 (5): 1000 – 1028.
  10. Aurora RN, Casey KR, Kristo D, et al; American Academy of Sleep Medicine. Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults. *Sleep*. 2010; 33 (10): 1408 – 1413.
  11. Caples SM, Rowley JA, Prinsell JR, et al. Surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults: a systematic review and meta-analysis. *Sleep*. 2010; 33 (10): 1396 – 1407.
  12. Sundaram S, Bridgman SA, Lim J, Lasserson TJ. Surgery for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(4): CD001004.
  13. Ryan CM, Bradley TD. Pathogenesis of obstructive sleep apnea. *J Appl Physiol* (1985). 2005; 99 (6): 2440 – 2450.
  14. Papsidero MJ. The role of nasal obstruction in obstructive sleep apnea syndrome. *Ear Nose Throat J*. 1993; 72 (1): 82 – 84.
  15. Atkins M, Taskar V, Clayton N, Stone P, Woodcock A. Nasal resistance in obstructive sleep apnea. *Chest*. 1994; 105 (4): 1133 – 1135.
  16. Yalamanchali S, Cipta S, Waxman J, Pott T, Joseph N, Friedman M. Effects of endoscopic sinus surgery and nasal surgery in patients with obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 151 (1): 171 – 175.
  17. Meen EK, Chandra RK. The role of the nose in sleep-disordered breathing. *Am J Rhinol Allergy*. 2013; 27 (3): 213 – 220.
  18. Li HY, Lin Y, Chen NH, Lee LA, Fang TJ, Wang PC. Improvement in quality of life after nasal surgery alone for patients with obstructive sleep apnea and nasal obstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 134 (4): 429 – 433.
  19. Koutsourelakis I, Georgouloupoulos G, Perraki E, Vagiakis E, Roussos C, Zakynthinos SG. Randomised trial of nasal surgery for fixed nasal obstruction in obstructive sleep apnoea. *Eur Respir J*. 2008; 31 (1): 110 – 117.
  20. Morris LG, Setlur J, Burschtin OE, Steward DL, Jacobs JB, Lee K C. Acoustic rhinometry predicts tolerance of nasal continuous positive airway pressure: a pilot study. *Am J Rhinol*. 2006; 20 (2): 133 – 137.
  21. Poirier J, George C, Rotenberg B. The effect of nasal surgery on nasal continuous positive airway pressure compliance. *Laryngoscope*. 2014; 124 (1): 317 – 319.
  22. Ketcham AS, Han JK. Complications and management of septoplasty. *Otolaryngol Clin North Am*. 2010; 43 (4): 897 – 904.
  23. Martinho FL, Zonato AI, Bittencourt LR, et al. Obese obstructive sleep apnea patients with tonsil hypertrophy submitted to tonsillectomy. *Braz J Med Biol Res*. 2006; 39 (8): 1137 – 1142.
  24. Nakata S, Miyazaki S, Ohki M, et al. Reduced nasal resistance after simple tonsillectomy in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Rhinol*. 2007; 21 (2): 192 – 195.
  25. Orr WC, Martin RJ. Obstructive sleep apnea associated with tonsillar hypertrophy in adults. *Arch Intern Med*. 1981; 141 (8): 990 – 992.
  26. Rubin AH, Eliaschar I, Joachim Z, Alroy G, Lavie P. Effects of nasal surgery and tonsillectomy on sleep apnea. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1983; 19 (6): 612 – 615.
  27. Moser RJ, Rajagopal KR. Obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Arch Intern Med*. 1987; 147 (7): 1265 – 1267.
  28. Aubert-Tulkens G, Hamoir M, Van den Eeckhaut J, Rodenstein DO. Failure of tonsil and nose surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome. *Arch Intern Med*. 1989; 149 (9): 2118 – 2121.
  29. Houghton DJ, Camilleri AE, Stone P. Adult obstructive sleep apnoea syndrome and tonsillectomy. *J Laryngol Otol*. 1997; 111 (9): 829 – 832.
  30. Verse T, Kroker BA, Pirsig W, Brosch S. Tonsillectomy as a treatment of obstructive sleep apnea in adults with tonsillar hypertrophy. *Laryngoscope*. 2000; 110 (9): 1556 – 1559.
  31. Tan LT, Tan AK, Hsu PP, et al. Effects of tonsillectomy on sleep study parameters in adult patients with obstructive sleep apnea—a prospective study. *Sleep Breath*. 2014; 18 (2): 265 – 268.
  32. Fujita S, Conway W, Zorick F, Roth T. Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome: uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1981; 89 (6): 923 – 934.
  33. Li HY, Lee LA. Relocation pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope*. 2009; 119 (12): 2472 – 2477.
  34. Pang KP, Woodson BT. Expansion sphincter pharyngoplasty: a new technique for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 137 (1): 110 – 114.
  35. Friedman M, Ibrahim HZ, Vidyasagar R, Pomeranz J, Joseph NJ. Z-palatoplasty (ZPP): a technique for patients without tonsils. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; 131 (1): 89 – 100.
  36. Woodson BT, Toohill RJ. Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope*. 1993; 103 (3): 269 –

## 참 고 문 헌

- 276.
37. Yousuf A, Beigh Z, Khursheed RS, Jallu AS, Pampoori RA. Clinical predictors for successful uvulopalatopharyngoplasty in the management of obstructive sleep apnea. *Int J Otolaryngol*. 2013;2013:290265.
38. Tucker Woodson B. Structural effectiveness of pharyngeal sleep apnea surgery. *Sleep Med Rev*. 2008; 12 (6): 463 – 479.
39. Li HY, Wang PC, Lee LA, Chen NH, Fang TJ. Prediction of uvulopalatopharyngoplasty outcome: anatomy-based staging system versus severity-based staging system. *Sleep*. 2006; 29 (12): 1537 – 1541.
40. Walker-Engström ML, Wilhelmsson B, Tegelberg A, Dimenäs E, Ringqvist I. Quality of life assessment of treatment with dental appliance or UPPP in patients with mild to moderate obstructive sleep apnoea. A prospective randomized 1-year follow-up study. *J Sleep Res*. 2000; 9 (3): 303 – 308.
41. Cahali MB, Formigoni GG, Gebrim EM, Miziara ID. Lateral pharyngoplasty versus uvulopalatopharyngoplasty: a clinical, polysomnographic and computed tomography measurement comparison. *Sleep*. 2004; 27 (5): 942 – 950.
42. Wilhelmsson B, Tegelberg A, Walker-Engström ML, et al. A prospective randomized study of a dental appliance compared with uvulopalatopharyngoplasty in the treatment of obstructive sleep apnoea. *Acta Otolaryngol*. 1999; 119 (4): 503 – 509.
43. Friedman M, Ibrahim H, Bass L. Clinical staging for sleep-disordered breathing. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002; 127 (1): 13 – 21.
44. Mortimore IL, Bradley PA, Murray JA, Douglas NJ. Uvulopalatopharyngoplasty may compromise nasal CPAP therapy in sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 154 (6 pt 1): 1759 – 1762.
45. Franklin KA, Anttila H, Axelsson S, et al. Effects and side-effects of surgery for snoring and obstructive sleep apnea—a systematic review. *Sleep*. 2009; 32 (1): 27 – 36.
46. Walker-Engström ML, Tegelberg A, Wilhelmsson B, Ringqvist I. 4-year follow-up of treatment with dental appliance or uvulopalatopharyngoplasty in patients with obstructive sleep apnea: a randomized study. *Chest*. 2002; 121 (3): 739 – 746.
47. Kezirian EJ, Weaver EM, Yueh B, et al. Incidence of serious complications after uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope*. 2004; 114 (3): 450 – 453.
48. Ferguson KA, Heighway K, Ruby RR. A randomized trial of laser-assisted uvulopalatoplasty in the treatment of mild obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167 (1): 15 – 19.
49. Larrosa F, Hernandez L, Morello A, Ballester E, Quinto L, Montserrat JM. Laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring: does it meet the expectations? *Eur Respir J*. 2004; 24 (1): 66 – 70.
50. Bäck LJ, Liukko T, Rantanen I, et al. Radiofrequency surgery of the soft palate in the treatment of mild obstructive sleep apnea is not effective as a single-stage procedure: a randomized single-blinded placebo-controlled trial. *Laryngoscope*. 2009; 119 (8): 1621 – 1627.
51. Stuck BA, Maurer JT, Hein G, Hörmann K, Verse T. Radiofrequency surgery of the soft palate in the treatment of snoring: a review of the literature. *Sleep*. 2004; 27 (3): 551 – 555.
52. Ho WK, Wei WI, Chung KF. Managing disturbing snoring with palatal implants: a pilot study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; 130 (6): 753 – 758.
53. Steward DL, Huntley TC, Woodson BT, Surdulescu V. Palate implants for obstructive sleep apnea: multi-institution, randomized, placebo-controlled study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 139 (4): 506 – 510.
54. Friedman M, Schalch P, Lin HC, Kakodkar KA, Joseph NJ, Mazloom N. Palatal implants for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 138 (2): 209 – 216.
55. Gillespie MB, Smith JE, Clarke J, Nguyen SA. Effectiveness of Pillar palatal implants for snoring management. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009; 140 (3): 363 – 368.
56. Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Radiofrequency tongue base reduction in sleep-disordered breathing: a pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999; 120 (5): 656 – 664.
57. Woodson BT, Nelson L, Mickelson S, Huntley T, Sher A. A multi-institutional study of radiofrequency volumetric tissue reduction for OSAS. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001; 125 (4): 303 – 311.
58. Woodson BT, Steward DL, Weaver EM, Javaheri S. A randomized trial of temperature-controlled radiofrequency, continuous positive airway pressure, and placebo for obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003; 128 (6): 848 – 861.
59. Kezirian EJ, Goldberg AN. Hypopharyngeal surgery in obstructive sleep apnea: an evidence-based medicine review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006; 132 (2): 206 – 213.
60. Chen JH, Luo ZH, Xu HX, Yang XL, Zhu MW, Tao ZZ. Complications of tongue base reduction with radiofrequency tissue ablation on obstructive sleep apnea hypopnea syndrome [in Chinese]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2010; 45 (7): 574 – 577.
61. Fujita S, Woodson BT, Clark JL, Wittig R. Laser midline glossectomy as a treatment for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope*. 1991; 101 (8): 805 – 809.
62. Andsberg U, Jessen M. Eight years of follow-up—uvulopalatopharyngoplasty combined with midline glossectomy as a treatment for obstructive sleep apnoea syndrome. *Acta Otolaryngol Suppl*. 2000;

## 참 고 문 헌

- 543 : 175 – 178.
63. Ishman SL, Ishii LE, Gourin CG. Temporal trends in sleep apnea surgery: 1993–2010. *Laryngoscope*. 2014; 124 (5): 1251 – 1258.
64. Chan DK, Jan TA, Koltai PJ. Effect of obesity and medical comorbidities on outcomes after adjunct surgery for obstructive sleep apnea in cases of adenotonsillectomy failure. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012; 138 (10): 891 – 896.
65. Li HY, Wang PC, Hsu CY, Chen NH, Lee LA, Fang TJ. Same-stage palatopharyngeal and hypopharyngeal surgery for severe obstructive sleep apnea. *Acta Otolaryngol*. 2004; 124 (7): 820 – 826.
66. Randerath W, Bauer M, Blau A, et al. Relevance of non-CPAP treatment options in the therapy of obstructive sleep apnea syndrome [in German]. *Somnologie*. 2006; 10 (2): 67 – 98.
67. Turnbull NR, Battagel JM. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod*. 2000; 27 (3): 235 – 247.
68. Li KK, Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Patient's perception of the facial appearance after maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg*. 2001; 59 (4): 377 – 380.
69. Inspire upper airway stimulation – P130008. US Food and Drug Administration website. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/Recently-ApprovedDevices/ucm398321.htm>. Accessed July 24, 2014.
70. Eastwood PR, Barnes M, Walsh JH, et al. Treating obstructive sleep apnea with hypoglossal nerve stimulation. *Sleep*. 2011; 34 (11): 1479 – 1486.
71. Kezirian EJ, Goding GS Jr, Malhotra A, et al. Hypoglossal nerve stimulation improves obstructive sleep apnea: 12-month outcomes. *J Sleep Res*. 2014; 23 (1): 77 – 83.
72. Strollo PJ Jr, Soose RJ, Maurer JT, et al: STAR Trial Group. Upper-airway stimulation for obstructive sleep apnea. *N Engl J Med*. 2014; 370 (2): 139 – 149.